

ЕЩЕ РАЗ О ПОНЯТИИ АЛГОРИТМА
В ПСИХОЛОГИИ

Л. М. ФРИДМАН

(Институт общей и педагогической психологии АПН СССР, Москва)

Для современного развития наук характерны два диалектически связанных между собой процесса — *дифференциация* и *интеграция* наук.

Этих двух процессов не избежала, конечно, и психология. Первый из них проявляется в том, что сейчас уже трудно, а порой и невозможно говорить об одной психологии, а приходится говорить о *системе психологических наук*, в число которых входят такие науки, как нейропсихология, инженерная психология, математическая психология и т. д.

Одно из проявлений второго процесса, процесса интеграции, — установление все более широких междисциплинарных связей как внутри самой системы психологических наук, так и в особенности связей психологии с другими науками. О важности этой тенденции в развитии всех наук для психологии свидетельствует хотя бы тот факт, что Ж. Пиаже свою вечернюю лекцию на XVIII Международном психологическом конгрессе в Москве посвятил именно вопросу установления и развития междисциплинарных связей психологии с другими науками [1].

Одним из важнейших результатов установления междисциплинарных связей психологии с другими науками является присвоение ею методов и понятий других наук для решения своих собственных проблем. Этот процесс освоения психологией методов и понятий других наук происходит в последние годы весьма бурно, но в основном совершенно стихийно. Связанные с этим процессом методологические вопросы почти не разрабатываются и не обсуждаются.

Рассмотрим некоторые из этих вопросов на примере освоения психологией понятия алгоритма.

Следует заметить, что этому новому для психологии понятию, в отличие от других новых, заимствованных из других наук понятий, определенно повезло: методологические вопросы, связанные с освоением этого понятия, неоднократно обсуждались в ряде статей и монографий. Кроме того, имеется большая и весьма интересная работа, специально посвященная этой проблеме. Мы имеем в виду статью Б. В. Бирюкова и Л. Н. Ланды «Методологический анализ понятия алгоритма в психологии и педагогике в связи с задачами обучения» [5].

И несмотря на это, многие методологические вопросы, связанные с освоением психологией понятия алгоритма, или вовсе не рассмотрены, или же хотя и рассмотрены, но их решение является весьма спорным.

Поэтому мы попытаемся рассмотреть некоторые из этих наиболее важных и спорных вопросов, имеющих не только частное значение для пони-

мания алгоритмов в психологии, но и общее значение для освоения ею важных понятий и методов других наук.

1. Зачем нужно вводить понятие алгоритма в психологию? Это, естественно, первый вопрос, который необходимо решить, прежде чем вводить то или иное понятие другой науки в психологию. В данном случае этот вопрос тем более уместен, что ведь на первый взгляд введение понятия алгоритма в психологию не вносит ничего нового. Разве до этого введения психология не располагала и не оперировала такими понятиями, как *предписание*, *правило* и другими, которые идентичны по содержанию понятию алгоритма? Зачем же вводить еще новое понятие? Не сводится ли тем самым все дело введения понятия алгоритма в психологию к введению лишь нового термина, к замене старых и вполне ясных терминов (и соответствующих им понятий) новым, менее ясным, но зато более модным термином?

Если бы это было так, то, конечно, вводить понятие алгоритма в психологию было бы незачем.

Для того чтобы понять причины введения понятия алгоритма в психологию и ту роль, которую это понятие может сыграть для развития психологических исследований, надо предварительно хотя бы кратко рассмотреть генезис этого понятия и его роль в математике.

Понятие алгоритма (или, в другом написании, алгорифма) было первоначально создано в математике для решения задач определенного вида. Обсуждая это, С. А. Янковская замечает, что «исторически построение алгоритмов предшествовало созданию математических теорий», ибо «не случайно именно с решения задач и началось развитие математики как науки» [15; 85 и 94].

Первые алгоритмы были созданы еще в древнем Египте и в Вавилоне, однако сам термин «алгоритм» появился лишь в средние века.

Слово «алгоритм» возникло в результате искажения имени великого среднеазиатского математика Абу Абдаллы Мухаммеда ибн Муса ал-Хорезми-ал-Маджуси (около 780 — около 850 г.). «Труды ал-Хорезми, — пишет известный историк математики А. П. Юшкевич, — особенно арифметический и алгебраический трактаты, оказали огромное влияние на последующее развитие математики. Они стали отправным пунктом многочисленных исследований; их комментировали; их части вошли в другие книги; по ним учились десятки поколений» [14; 177]. Поэтому неудивительно, что когда в XII в. в Европе познакомились с трудами ал-Хорезми, то его латинизированное имя (*Algoritmi*) стало нарицательным: им называли средневековых математиков, использовавших в своих арифметических вычислениях правила, идущие от ал-Хорезми; этим именем называли руководства для письменных вычислений. Например, руководство, приписываемое Иоанну Севильскому, называлось: «Книга Алгоризма о практике арифметики» (*Liber Algorismi de pratica arithmetico*). Постепенно этот термин «алгоритм» утвердился для обозначения особых предписаний по выполнению определенных действий или операций при решении задач некоторого вида.

Однако до 30-х годов нашего века термин «алгоритм» даже в самой математике употреблялся довольно редко; более широко использовались идентичные ему термины «правило», «предписание» и др. Лишь тогда, когда возникла необходимость существенного уточнения понятия алгоритма для доказательства существования или несуществования алгоритмов решения особых задач, когда в связи с этим был создан особый формальный аппарат для описания различных алгоритмов, когда были разработаны специальные методы исследования этих формальных алгоритмов, только тогда термин «алгоритм» вытеснил из математики идентичные ему термины и стал широко применяться во всех разделах математики.

Таким образом, мы видим, что, до тех пор пока термин «алгоритм» использовался лишь для обозначения соответствующего понятия, построенного на интуитивно-содержательном уровне, для описания и исследования которого в математике не было особых специальных методов, этот термин не занимал в математике господствующего положения, ибо наряду с ним использовались и другие идентичные ему термины. По сути дела до 30-х годов математик мог свободно обходиться и большей частью обходился без термина «алгоритм». И только сейчас, когда создан особый формальный аппарат для описания алгоритмов и особые методы их исследования, математик уже не может заменить термин «алгоритм» каким-либо другим близким по значению термином, как это он свободно делал несколько десятков лет тому назад.

Отсюда понятно, что использование понятия и термина «алгоритм» в других науках, в частности в психологии, целесообразно лишь тогда, когда необходимо:

1. выделить из более широких и не очень определенных понятий, таких, как «правило», «предписание», «общий метод», и им подобных строго определенное и более узкое понятие алгоритма;

2. создать возможность использования присущего понятию алгоритма формального математического аппарата для его описания и особых методов для его исследования.

Положительным примером разумного и целесообразного использования понятия алгоритма и соответствующего термина могут служить работы по исследованию так называемых алгоритмов распознавания, проведенные в советской психологии в последние годы [8], [13].

3. Если мы согласимся с тем выводом о цели перенесения понятия алгоритма в психологию, который был сформулирован выше, то нас, естественно, должны обеспокоить имеющиеся попытки широкого использования этого понятия в психологической науке без особых на то оснований, попытки сделать понятие алгоритма каким-то универсальным понятием, заменяющим многие до сих пор используемые понятия, такие, как «правило», «план», «программа» и т. д. Весьма характерным примером такого безудержного использования понятия алгоритма в психологии является статья Н. Н. Ржецкого [12].

В самом начале своей статьи Н. Н. Ржецкий выдвигает следующее общее утверждение: «Естественно, что с перенесением понятий и методов одних наук в другие необходимо и о в о е определение этих понятий и методов в условиях новых отношений, которые они должны отражать» [12; 93] (подчеркнуто мною. — Л. Ф.).

С этим исходным утверждением автора согласиться никак нельзя.

Действительно, психология использует многие математические понятия (число, сумма, функция, множество и др.), физические (сила, траектория, давление и др.), кибернетические (количество информации, обратная связь и др.) и т. д. Разве всем этим понятиям мы даем в психологии какие-то новые определения?

Если заимствуя какое-то понятие из другой науки, мы дадим ему в психологии какое-то новое определение, то весь смысл заимствования будет тем самым потерян. Ведь заимствуя понятие, мы это делаем не ради нового «модного» термина, а главным образом для того, чтобы использовать в своих исследованиях присущие этому понятию методы. Так, заимствуя понятие алгоритма из математики, мы тем самым приобретаем возможность использовать разработанный в математике аппарат для записи алгоритмов и специальные методы исследования алгоритмов. Если же мы алгоритм в психологии определим по-новому, принципиально отлично от того, как он определяется в математике, то эту возможность мы поте-

ряем. Тогда для чего же «огород городить»? Для чего вводить это новое понятие? Лишь ради нового термина? Стоит ли?

Н. Н. Ржецкий пытается раскрыть общепсихологическое содержание понятия «алгоритм» как некоторой характеристики целеустремленного действия «вообще», под которое может быть подведено любое частное действие [12; 93].

Делая это, автор утверждает, что «алгоритм в педагогике предполагает: вариативность условий, многозначность и вариативность приемлемого результата, надежное осуществление каких-то вариативных значений результата (т. е. вероятностный характер осуществления результата)» [12; 94]. Но почему же нужно так рассматривать алгоритм в педагогике и психологии? И что останется от понятия алгоритма при такой его трактовке? Ведь это будет уже не алгоритм, а что-то совсем иное.

О том, что Н. Н. Ржецкий понимает алгоритм как некое универсальное понятие, свидетельствует и предлагаемая им классификация алгоритмов. Тут и абстрактные и конкретные алгоритмы, учебные, рабочие и исследовательские (гипотетические), массовые и отдельные и т. д. Об этом свидетельствует и приводимый им пример абстрактного общего алгоритма действия по составлению конкретного алгоритма. В этом «всеобщем» алгоритме встречаются такие действия, как «общий анализ обстановки, уяснение цели», выделение существенного с точки зрения требуемого результата» и т. д. Но почему такую программу, содержащую такие неопределенные действия, нужно обязательно называть алгоритмом?

Нам кажется, что такое расширительное понимание алгоритма, какое нам предлагает Н. Н. Ржецкий, ничего, кроме путаницы, не может принести.

Если бы Н. Н. Ржецкий был одинок в своих заблуждениях, то вряд ли стоило об этом писать, но, к сожалению, неоправданное использование новых терминов, в том числе и термина «алгоритм», стало весьма распространенным. Ограничимся одним примером.

В. П. Беспалько в своей монографии [4] вводит два новых понятия: «алгоритм функционирования» и «алгоритм управления». Что же они означают? Автор пишет: «Если записать все действия, которые осуществляются учащимися для достижения обученности в заданной области на уровне K , то мы получим определенную последовательность этих действий, ведущих к достижению цели (по параметру K). Эту последовательность действий назовем алгоритмом функционирования» [4; 76]. Аналогично определяется и второй алгоритм: «Алгоритм управления — это система предписаний, определяющих характер и порядок воздействия на систему извне для поддержания достаточной стабильности в выполнении ею алгоритма функционирования» [4; 79]. Автор не дает себе труда проверить, являются ли указанные им последовательности действий алгоритмами, считая, должно быть, что любая последовательность действий есть алгоритм. Но самое главное, что автор, введя эти свои алгоритмы, затем пишет: «Выражаясь в общепринятых педагогических терминах, можно сказать, что алгоритм функционирования — это то, что педагоги называют учением, а алгоритм управления — преподаванием» [4; 79]. Но если это так, если имеются общепринятые термины, то для чего вводить новые?

4. Однако алгоритмы, которые могут и должны рассматриваться в психологии и педагогике, имеют особые специфические черты. Эти черты надо, конечно, выявить и как-то отразить в самом названии алгоритмов. Главная и основная особенность алгоритмов, используемых в психологии и педагогике, состоит в том, что они реализуются человеком, между тем как математические алгоритмы рассчитаны на машину (абстрактную или фактическую). Чтобы отметить эту специфику алгоритмов,

применяемых в психологии и педагогике, были предложены два термина: «учебный алгоритм» (автором в 1963 г. [13]) и «предписания алгоритмического типа» или кратко «алгоритмические предписания» (Л. Н. Ландой в 1966 г. [8]).

Однако первый термин указанную специфику не отражает, он лишь выделяет класс рассматриваемых алгоритмов, используемых в учебном процессе. С этой точки зрения этот термин удачен, и в настоящее время он широко используется в педагогической литературе. Что же касается второго термина, то его трудно назвать удачным. Действительно, если слово «алгоритм» перевести как «предписание», то «алгоритмическое предписание» дословно означает, «предписательное предписание». Если же слово «алгоритмический» перевести как «детерминированный», то «алгоритмическое предписание» будет означать «детерминированное предписание», а поэтому этот термин не отражает указанной специфики.

Как видим пока еще нет такого термина, который отражал бы специфику алгоритмов, применяемых в психологии и педагогике. Может быть, использовать термин «субъектный алгоритм», или же «Нотоалгоритм»?

5. Очень запутан в нашей психолого-педагогической литературе вопрос о способах описания алгоритмической деятельности. Суть этого вопроса в следующем: в каких формах может быть описана деятельность по решению задач, для которых существует алгоритм решения?

Путаница в этом вопросе началась еще в 1963 г. во время известной дискуссии по проблеме алгоритмизации обучения.

Н. Г. Алексеев, критикуя так называемую алгоритмизацию обучения, писал: «В результате обучения учащиеся должны овладеть определенными способами деятельности, обеспечивающими решение задач. И это — главная цель обучения. Способы деятельности описываются в учебниках в виде правил. Очевидно, различные способы деятельности могут описываться различным образом, и можно выделить некоторые типы такого описания» [2; 138]. До сих пор все верно. Затем Н. Г. Алексеев рассматривает в качестве примера задачу извлечения квадратного корня и указывает на наличие двух различных «способов деятельности»: — первый в виде известной процедуры последовательного вычисления цифр квадратного корня, второй — табличный, который Н. Г. Алексеев называет «смешанным алгоритмо-табличным способом описания», в то время как первый способ он называет «алгоритмическим». Рассматривая задачу вычисления площади трапеции или треугольника, Н. Г. Алексеев указывает на наличие еще «формульного описания деятельности». После этого он пишет: «Можно указать и на другие типы способов деятельности, описываемых в школьных учебниках. Принципиально важно подчеркнуть наличие разных форм описания деятельности. Отсюда как следствие вытекает вывод, что алгоритмическая форма описания деятельности является лишь одной из форм среди других. Ее действительное место и значение еще должны быть исследованы» [2; 138].

Ошибка Н. Г. Алексеева состоит в том, что он смешивает способ деятельности с *описанием* этой деятельности. Приведенные им примеры различных (по его мнению) способов деятельности по сути не являются принципиально различными.

Вообще можно различать два принципиально различных способа деятельности по решению задач: алгоритмический и неалгоритмический (эвристический). Первый характеризуется тем, что решающий осуществляет свою деятельность по решению данной задачи в соответствии с известным ему алгоритмом, а второй характеризуется отсутствием у решающего такого алгоритма, и главная составная часть его деятельности состоит в поисках плана, способа или метода решения данной задачи. То,

что найденный им способ решения может представлять собой объективно некоторый алгоритм, не меняет психологического существа его деятельности.

Но алгоритм решения задач некоторого вида может быть задан в различных формах, например в форме *словесной программы выполнения алгоритма* (эту-то форму Н. Г. Алексеев и назвал алгоритмической, противопоставляя ее всем другим формам, хотя и те тоже являются алгоритмическими), в форме инструкции по работе с таблицей, в виде формулы и т. д. Конечно, деятельность по решению задачи на основе алгоритма-программы или та же деятельность на основе алгоритма-формулы несколько отличаются друг от друга, но эти отличия не принципиальные, ибо в том и в другом случае мы имеем дело с алгоритмической деятельностью, но различным образом описанной.

К сожалению, Л. Н. Ланда, отвечая Н. Г. Алексееву, не только не внес ясности в этот вопрос, но, пожалуй, еще больше его запутал. В частности, он утверждал, что «она (формула) представляет собой описание объективных отношений математических объектов, а не способов деятельности». И несколько дальше: «...математические формулы вообще не описывают деятельность» [9; 145].

Сначала заметим, что речь идет не вообще о любых формулах, а лишь о формулах для вычисления, например о формуле вычисления площади треугольника или о формуле для вычисления корней квадратного уравнения и т. д. Эту оговорку надо сделать потому, что имеются, конечно, формулы, которые действительно никакой деятельности не описывают. Например, формула $\frac{a+b}{2} \geq \sqrt{ab}$ есть запись известного соотношения между средним арифметическим и средним геометрическим двух положительных чисел, и ясно, что эта формула не описывает никакой деятельности. Итак, говоря о формулах, мы будем иметь в виду лишь вычислительные формулы.

Рассмотрим аргументы Л. Н. Ланды, которые он выдвинул в защиту своей позиции.

Рассматривая формулу для вычисления площади треугольника $S = \frac{1}{2}ah$, Л. Н. Ланда утверждает, что, «пользуясь этой формулой, можно вычислять площадь треугольника различными способами, т. е. посредством различных последовательностей операций (алгоритмических процессов и соответствующих им алгоритмов)», имея в виду, что «можно высоту умножить на основание и полученное произведение разделить пополам; можно основание умножить на высоту и полученное произведение разделить пополам; можно основание разделить пополам и полученное частное умножить на высоту; можно высоту разделить пополам и полученное частное умножить на основание и т. д.» [8; 155].

Это рассуждение Л. Н. Ланды по меньшей мере неточно, если не сказать больше — неверно.

В действительности формула $S = \frac{1}{2}ah$ определяет *единственный* способ вычисления площади треугольника, а именно нужно $\frac{1}{2}$ умножить на основание a и полученное произведение умножить на высоту h , иными словами, нужно произвести те действия, которые указаны в формуле в том порядке, в котором они записаны. Чтобы это стало убедительно ясным, напомним определение формулы и порядка вычисления по формуле.

В стабильном учебнике по алгебре для средней школы читаем: фор-

мулой или «алгебраическим выражением называется запись, состоящая из чисел, обозначенных цифрами или буквами и соединенных знаками, показывающими, какие действия и в каком порядке (при наличии скобок) надо произвести над этими числами» [3; 5]. Несколько дальше приводят правила о порядке выполнения действий. Мы не станем приводить эти общеизвестные правила, напомним лишь одно, имеющее прямое отношение к приведенному примеру: «Правило 1. Действия одной и той же ступени производятся в том порядке, в каком они записаны» [3; 9].

Необходимо отметить, что все эти правила определяют *единственный* порядок выполнения действий при вычислениях по формуле.

Однако, с другой стороны, действительно площадь треугольника можно вычислять разными способами, в том смысле, о котором говорит Л. Н. Ланда. Да, это так, но объясняется это не свойствами формулы, а свойством тех действий, которые входят в эту формулу. В силу коммутативности действия умножения и свойств умножения числа на дробь, правую часть формулы $S = \frac{1}{2} ah$ можно заменить тождественно равными выражениями

и получить такие формулы: $S = \frac{1}{2} ha$, $S = \frac{a}{2} h$, и т. д. Но каждая из этих формул определяет единственный порядок вычисления площади треугольника. Так что, пользуясь одной формулой, нельзя вычислять площадь треугольника многими способами, как это утверждает Л. Н. Ланда.

Затем Л. Н. Ланда утверждает, что «этой формуле соответствует некоторое *правило*, а ему — некоторое *множество алгоритмов* (алгоритмических процедур), представляющих все возможные последовательности действий по решению данной задачи». При этом несколько ниже он называет все эти алгоритмы различными: «...важно научить учащихся видеть в формуле различные скрытые в ней алгоритмы» [8; 156.]

Это утверждение Л. Н. Ланды опять-таки неточно, ибо, во-первых, каждой формуле соответствует единственный алгоритм — программа, как мы это показали выше, а во-вторых, даже если рассматривать множество формул, которые получаются из данной на основе свойств действий, и соответствующее им множество алгоритмов, отличающихся друг от друга порядком выполнения действий, то эти алгоритмы не различные, а *эквивалентные*.

Приведем определение эквивалентных алгоритмов: «два алгоритма A_1 и A_2 в некотором алфавите называются эквивалентными, если области их применимости совпадают и результаты переработки ими любого слова из их общей области применимости также совпадают» [1; 443].

Совершенно очевидно, что алгоритмы, о которых говорит Л. Н. Ланда, полностью удовлетворяют этому определению.

Л. Н. Ланда, пытаясь опровергнуть утверждение Н. Г. Алексева о том, что формула может служить способом описания деятельности по решению задач, пишет: «Если опять говорить о способах *описания*, а не о существе дела, то в математике там, где это возможно, алгоритмические способы описания были действительно заменены формулами.

Если же говорить о существе дела, то выявление и открытие алгоритмов всегда было одной из важнейших (хотя и не единственных) задач математики. Вот что по этому поводу пишет академик А. Н. Колмогоров: «Во всех случаях, где это возможно, нахождение алгоритмов является естественной целью математики» [9; 144].

Все это рассуждение вызывает недоумение. Во-первых, почему способ описания противопоставляется «существу дела»? Ведь именно о способе описания деятельности идет речь, и поэтому способ описания и составляет существо дела. Во-вторых, разве после того, как в математике

стали широко использовать формулы, открытие алгоритмов прекратилось? Открытие каждой новой формулы было открытием и нового алгоритма, и приведенное совершенно верное высказывание А. Н. Колмогорова не опровергает того факта, что формула может служить способом описания деятельности.

Вот что по этому поводу говорит академик В. М. Глушков: «Всякую формулу алгебры или анализа можно трактовать как сжатое символическое обозначение соответствующего вычислительного алгоритма. Формула есть представление этого алгоритма в виде последовательности алгоритмических актов — алгебраических операций, операций интегрирования и других» [6; 4].

К. Е. Морозов пишет: «В математике различают два типа алгоритмов: численный и формульный». И дальше: «Общее аналитическое решение задачи, выраженное формулой, представляет собой формульный алгоритм».

Подведем итог. Деятельность по решению задач, для которых имеется алгоритм решения (т. е. алгоритмическая деятельность), может быть описана разными способами: в виде программы — алгоритма (обычного), в виде формулы, с помощью словесного правила и т. д.

Каждый из этих способов (форм) описания деятельности по решению задач удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к алгоритмам: детерминированности (каждый способ определяет однозначно жесткий порядок решения задач), элементарности (перечисляемые в этих способах операции элементарны и точно определены), направленности (во всех случаях ясно, что надо считать результатом деятельности, т. е. решением задачи), массовости (каждый из этих способов может быть применен к любым задачам указанного вида).

Заметим, что мы ничего не сказали о требовании дискретности, о нем скажем ниже.

Каждый из этих способов описания деятельности по решению задач (формула, таблица, правило и т. д.) можно назвать поэтому способом задания в виде алгоритма решения задач определенного типа. Чем же отличаются эти способы задания в виде алгоритмов от обычного способа задания в виде программы — перечисления последовательности команд?

Первое отличие состоит в том, что все вышеуказанные способы задания алгоритмов (формула, таблица, правило и т. д.) являются *свернутыми*, между тем как обычная программная форма является *развернутой*. С этим связано и главное и наиболее существенное отличие, которое состоит в различном выполнении вышеупомянутого требования дискретности: это требование в программах-алгоритмах выполняется явно, в других же способах задания алгоритма оно лишь предполагается.

Речь идет о том, что человек (и машина) может осуществлять свою деятельность по решению задачи лишь во времени, дискретно, выполняя одно действие (операцию) за другим. Иными словами, осуществление деятельности по решению задачи может производиться лишь по некоторой программе, в которой каждое действие отделено (по времени) от следующего.

Алгоритм, заданный в форме последовательности команд, представляет собой уже *готовую* программу деятельности по решению задачи, между тем как алгоритм, заданный в виде формулы, правила и т. д., такой программы явно не представляет: в нем эта программа *задана, но не дана*. Человеку, который осуществляет свою деятельность по формуле, таблице, правилу и т. д., еще надо выявить и составить эту программу деятельности (но не алгоритм — он уже дан). Так, например, в учебном пособии по программированию на электронно-вычислительных машинах дискретного действия ознакомление с методами программирования начинается с программирования по формулам, т. е. с составления программы решения

тех задач, для решения которых имеется некоторая вычислительная формула. Заметим, что авторы пособия говорят о составлении программы по формуле, а не о составлении по формуле сначала алгоритма, а уже затем программы [7; 68].

Однако в математической и другой литературе весьма часто программу реализации алгоритма кратко называют алгоритмом и, говоря об алгоритме, имеют в виду программу его реализации. Иными словами, слово «алгоритм» отождествляют с развернутой программной его формой. Имея это в виду, можно говорить о переходе от формулы к алгоритму, или о переходе от правила к алгоритму и т. д. Здесь всюду слово «алгоритм» следовало бы заменить словами «программа реализации алгоритма», заданного формулой, правилом и т. д. Но для сокращения речи этого не делают.

Итак, отвечая на вопрос о том, в каких случаях следует считать, что для данной задачи нам известен алгоритм ее решения, можно сказать: во всех случаях, когда для решения данной задачи нам известно правило, точно определяющее последовательность действий, приводящих к решению этой задачи, независимо от того, в какой форме это правило дано.

6. В связи с этим необходимо вернуться еще раз к трактовке так называемой алгоритмизации обучения. В этой трактовке имеются серьезные неточности, извращающие ее сущность. Суть этих неточностей состоит в том, что часто алгоритмизацию обучения понимают как внедрение алгоритмов в обучение, чуть ли не как открытие новых алгоритмов.

Тем самым создается впечатление, что до сих пор в содержании обучения не было алгоритмов, а вот началась «алгоритмизация обучения», и эти алгоритмы были открыты и внедрены в обучение.

Конечно, все это не так. Разве могут учителя, методисты или психологи, занимающиеся алгоритмизацией обучения, открывать новые алгоритмы, например, в математике или грамматике? И разве это их дело? Это дело математиков, лингвистов, а не педагогов.

Такое неточное понимание сущности алгоритмизации обучения заложено уже в самом весьма неудачном термине. Заметим, что в математике не говорят об алгоритмизации, а говорят о программировании. Но нам придется пользоваться этим неудачным термином «алгоритмизация обучения».

В чем подлинная сущность этой алгоритмизации обучения?

В науке многие алгоритмы формулируются не в виде развернутой программы, а в свернутой форме в виде формулы, правила и т. д. При этом каждый научный работник соответствующей области знает, как можно перейти от свернутой формы алгоритма к его развернутой форме, но эти правила перехода обычно в самой науке, в научных трудах, не формулируются, ибо они не составляют содержания науки.

Учителя, составители учебных пособий, рассматривая решение задач алгоритмического типа, подражая научному изложению, дают, как правило, алгоритмы в свернутой форме (в виде формулы, словесного правила и т. д.) и не дают (или дают недостаточно) правила перехода от свернутой формы алгоритмов к развернутой форме — к программе его реализации.

Взрослому человеку — учителю, который прошел известную научную школу в вузе, который сам владеет этими алгоритмами, кажется, что указаний, сформулированных в свернутом виде, т. е. в том виде, в котором принято излагать эти алгоритмы в научной литературе, вполне достаточно, чтобы решить самостоятельно любую задачу рассматриваемого вида. Но ученику таких указаний недостаточно, ибо он часто не умеет самостоятельно преобразовать свернутую форму алгоритма в развернутую, которая единственно пригодна для решения задачи.

В той или иной степени недостаток указаний о способах перехода от свернутых форм алгоритмов к развернутым программам присущ всем современным учебникам. Особенно это сказывается в почти полном отсутствии в учебниках развернутых алгоритмов по распознаванию определяемых понятий. Считается, должно быть, что достаточно дать понятие определение, чтобы и сам ученик, пользуясь им, сумел распознать определяемое понятие. Практика убедительно показывает, что это не так.

Научить учащихся переходить от формулы, словесного правила, определения и т. д. к алгоритму — программе реализации этой формулы, правила, определения и т. д., научить учащихся строить программы по свернутым заданиям алгоритмов — такова задача алгоритмизации обучения, которую поэтому правильнее было бы назвать *программированием в обучении*. Следовательно, подлинная сущность алгоритмизации обучения состоит не в «обучении алгоритмам», как это утверждает Л. Н. Ланда [8; 81], а в обучении способам развертывания в программы изучаемых свернутых алгоритмов.

В настоящее время идут ожесточенные споры о возможности и необходимости использования в психологии математических и кибернетических методов и понятий. Автор этих строк — горячий сторонник такого использования, он сторонник и алгоритмизации обучения (в правильном его понимании). Именно это и заставило нас высказать изложенные здесь соображения, ибо всякая небрежность и неточность в трактовке осваиваемых понятий может лишь дискредитировать саму идею освоения психологией математических методов и понятий.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Айзерман М. А. и др. Логика. Автоматы. Алгоритмы. М., Физматгиз, 1969.
2. Алексеев Н. Г. Правомерен ли «алгоритмический» подход к анализу процессов обучения. «Вопросы психологии», 1963, № 3.
3. Барсуков А. Н. Алгебра. Изд. 14. М., «Просвещение», 1969
4. Беспалько В. П. Программированное обучение. М., «Высшая школа», 1970.
5. Бирюков Б. В., Ланда Л. Н. Методологический анализ понятия алгоритма в психологии и педагогике в связи с задачами обучения. В сб.: «Вопросы алгоритмизации и программирования обучения», вып. 1. М., «Просвещение», 1969.
6. Глушков В. М. Электронные вычислительные машины и будущее математики. «Наука и жизнь», 1965, № 6.
7. Гнеденко Б. В. и др. Элементы программирования. Изд. 2. М., Физматгиз, 1963.
8. Ланда Л. Н. Алгоритмизация в обучении. М., «Просвещение», 1966.
9. Ланда Л. Н. Алгоритмический подход к анализу процессов обучения правомерен. «Вопросы психологии», 1963, № 4.
10. Морозов К. Е. Математическое моделирование в научном познании. М., «Мысль», 1969.
11. Пиаже Ж. Лекция на XVIII Международном психологическом конгрессе. В сб.: «XVIII Международный психологический конгресс. 4—11 августа 1966 г.». М., «Наука», 1969.
12. Ржецкий Н. Н. О содержании понятий «надежность» и «алгоритм» в учебной деятельности. «Вопросы психологии», 1969, № 3.
13. Фридман Л. М. Логико-математическая модель распознавания в учебной деятельности. В сб.: «Вопросы теории и практики оптимально управляемого (программированного) обучения». Душанбе, Таджикский гос. ун-т, 1963.
14. Юшкевич А. П. История математики в средние века. М., Физматгиз, 1961
15. Яновская С. Н. Из истории аксиоматики. «Историко-математические исследования», вып. XI. М., Физматгиз, 1958.